

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 昭60-196981

⑬ Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和60年(1985)10月5日

H 01 L 41/08

C-7131-5F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全7頁)

⑮ 発明の名称 電歪効果素子の製造方法

⑯ 特 願 昭59-53704

⑰ 出 願 昭59(1984)3月21日

⑱ 発 明 者	越 智 篤	東京都港区芝5丁目33番1号	日本電気株式会社内
⑲ 発 明 者	内 海 和 明	東京都港区芝5丁目33番1号	日本電気株式会社内
⑳ 発 明 者	鈴 木 正 則	東京都港区芝5丁目33番1号	日本電気株式会社内
㉑ 出 願 人	日本電気株式会社	東京都港区芝5丁目33番1号	
㉒ 代 理 人	弁理士 内 原 晋		

明 細 書

発明の名称 電歪効果素子の製造方法

特許請求の範囲

電歪材料セラミックと内部電極とが交互に積層されており、全内部電極の端部が露出している、2つの対向する面と、一層おきに内部電極が露出している、2つの対向する面を有する積層体を作製する工程と、該積層体の一層おきに内部電極が露出している2つの対向する面に仮設外部電極を形成する工程と、一方の仮設外部電極を陰極として、メッキにより該積層体の一つの面の内部電極露出部に金属を析出させる工程と、該メッキを行なった積層体の面上に絶縁膜を形成し、その後前記各金属析出部の一部を露出させる工程と、該露出した各金属析出部を接続する外部電極を形成する工程を含むことを特徴とする電歪効果素子の製造方法。

発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は縦効果を利用した電歪効果素子の製造方法に関するものである。

(従来技術)

縦効果を利用した電歪効果素子の構造においては電歪材料全体に電界を発生させることにより、歪発生時の応力集中を防ぐため、素子の断面全体と同じ大きさの内部電極を持つことが必要である。また低電圧で高い電界を発生させ大きな歪を得るためには内部電極相互の間隔を100ミクロン程度にすることが必要である。以上2つの理由で素子断面と同じ面積の内部電極を有する電歪効果素子を一層おきに電気的に接続するには大きな困難が伴う。

そこで本発明者等は先に電気泳動法により、電歪材料積層体の端面に露出した内部電極層とその近傍のセラミック上に一層おきに絶縁物を形成することを特徴とする電気的接続方法を提案した。

第1図はその方法により接続した電歪効果素子の

特開昭60-196981(2)

外観図である。端面に露出した内部電極層およびその近傍のセラミック上に電気泳動法により一層おきに絶縁物7が形成されている。裏側の端面には一層だけずらした内部電極上に同じく絶縁物8が形成されている。この絶縁物および露出したままの内部電極4を横断して帯状の外部電極11を形成する。裏側にも同様に外部電極を形成することにより、多数の内部電極は一層おきにプラス側外部接続端子13およびマイナス側外部接続端子12にそれぞれ接続される。これらの外部接続端子間に直流電圧を印加することにより保護膜部1を除く電重材料全体に均一な電界が発生し、積層方向と平行に素子が伸長する。素子内部に応力集中がないため繰り返し電圧を印加しても素子は破壊せず、また内部電極間距離が100ミクロン程度と短かいため100V以下の低電圧で駆動することができる。

第1図に示した電重効果素子の製造方法について簡単に説明する。まず第2図に示すような内部電極3,4と電重材料1,2とを交互に積層した積層体を積層セラミックコンデンサの製造技術を応用

して作製する。多数の内部電極3,4は表側と裏側の端面に露出しており、また側面に形成した2つの仮設外部電極5,6に一層おきに交互に接続している。懸濁液中にこの積層体と対向電極用金属板とを設置し、直流電圧をこの対向電極板から、前記仮設外部電極5に向けて印加すると懸濁液中のプラスに帯電したガラス粉末は電気泳動によって内部電極3とその近傍のセラミック上に付着する。

第3図は表側の端面に絶縁膜(ガラス粉末)を付着させた積層体の外観図である。図中番号1は保護膜の動きをする電重材料セラミックス、2は電界が発生して歪を生ずる部分の電重材料セラミックスを示す。4は露出している内部電極を示しそれらの間に存在する内部電極はガラス粉末7によって被われている。710℃で焼成固着させた後、裏側の端面についても同様な方法でガラス粉末を付着し、焼成固着させる。絶縁物を形成した積層体は第4図に示すような位で切断される。両端の小片9を除いた数個の小片10に外部電極を形成すると第1図に示す電重効果素子が得られる。

この構造の素子の問題点は内部電極露出部の上に一層おきに形成した絶縁物の巾がせまいことである。第5図はこの構造の素子に電圧を印加した時の断面図を示す。矢印は電気力線を示す。マイナス側外部接続端子取出し面について考えると絶縁物7の巾がせまいため内部電極3から外部電極11へ向かう電界が発生し外部電極7近傍で電界が不均一となり応力集中が発生する。その結果、 $1.5KV/mm$ 以上の電界に相当するような高電圧を素子に印加すると素子が破壊してしまう。また絶縁物の巾がせまいため絶縁耐圧が充分でない。

(発明の目的)

本発明はこれらの欠点を解決した高絶縁耐圧の電重効果素子の製造方法を提供するものである。

(発明の構成)

すなわち本発明にかかる電重効果素子の製造方法は電重材料セラミックと内部電極とが交互に積層されており、全内部電極の端部が露出している2つの対向する面と、一層おきに内部電極が露出している、2つの対向する面を有する積層体を作

製する工程と、該積層体の一層おきに内部電極が露出している2つの対向する面に仮設外部電極を形成する工程と、一方の仮設外部電極を陰極として、メッキにより該積層体の一つの面の内部電極露出部に金属を析出させる工程と、該メッキを行なった積層体の面上に絶縁膜を形成し、その後前記各金属析出部の一部を露出させる工程と、該露出した各金属析出部を接続する外部電極を形成する工程を含むことを特徴とする。

(構成に関する説明)

この問題を解決する方法としては接続すべき内部電極上を除く全ての部分を絶縁物で被うのが良い。第6図は接続すべき内部電極露出部の上に導電性物質15および16を帯状に形成した後、絶縁されるべき内部電極露出部およびセラミック上を全て絶縁物17および18で被い最後に外部電極11および14を形成した電重効果素子の断面図である。絶縁物17および18は電重材料セラミックに比較して誘電率が低いので電気力線は全てプラス側の内部電極4からマイナス側の内部電極3に向かい、セ

特開昭60-196981(3)

ラミック内部の電界は中央部から素子端部にいたるまで均一である。その結果、1.5 KV/mm 以上の電界に相当する高電圧を素子に印加すると素子は破壊することなく大きな歪を発生する。また一層おきの内部電極は従来の方法にくらべ巾の広い絶縁物17又は18で被われるため、絶縁物本来の絶縁耐圧が実現される。

以上のような構造の素子を作成するには接続すべき内部電極の露出部の上にある程度の高さの帯状の導電物質を形成することがポイントとなる。電気泳動法に用いた構造と同じ構造の積層体を用い、帯電したガラス粉末を含む懸濁液のかわりに金属イオンを含むメッキ液を使用してメッキを行なうことにより内部電極露出部の一層おきに金属を帯状に析出させることができる。数10ミクロンの高さの金属析出物を形成すれば、絶縁物粉末を含む懸濁液中に静置し、沈降により絶縁物粉末を堆積させた後、数10ミクロンの高さの差を利用して削り落とす等して帯状析出物の上の絶縁物粉末のみを除去することができる。焼成固着させた後

外部電極を形成すれば第6図に示すような構造の素子が容易に作製できる。

以下実施例に従い本発明を詳細に説明する。

(実施例)

マグネシウムニオブ酸鉛 ($\text{Pb}(\text{Mg}_{1/2}\text{Nb}_{1/2})\text{O}_3$) およびチタン酸鉛 (PbTiO_3) を主成分とする電歪材料予焼粉末に微量の有機バインダを添加し、これを有機溶媒中に分散させたスラリーを準備した。通常の積層セラミックコンデンサの製造に使用されるキャストリング製膜装置によりこのスラリーをマイラーフィルム上に約100ミクロンの厚さに塗布し乾燥させた。これをフィルムから剝離し、電歪材料グリーンシートを得た。一部のグリーンシートには更に内部電極として白金ペーストをスクリーン印刷した。これらのグリーンシートを数100枚重ね、熱プレスにより圧着一体化した後1250℃で焼成し、電歪材料積層体を得た。これを内部電極が一層おきに表面に露出するような位置2ヶ所で切断しその面に仮設外部電極を塗布焼付けし、更に仮設外部電極形成面と異なる側面2

ヶ所を切断し、内部電極を露出させた。

以上のようにして作製した積層体に銅メッキを行なった。メッキ液の組成は純水1ℓに対して硫酸銅200g、硫酸50gである。このメッキ液をメッキ槽に満たし、前記積層体および銅製の対向電極板(縦100mm、横250mm)を沈め、仮設外部電極を直流電源のマイナス端子に対向電極板をプラス端子に接続し、電流密度4A/dm²で3分間印加する。高さ30ミクロン、巾30ミクロンの銅の帯状析出物が内部電極上に形成された。第7図は銅メッキを行なった積層体の外観図である。図中番号15は銅の帯状析出物を示す。

次にこの積層体を結晶化ガラス粉末を含むケンダク液中に5分間静置し、ガラス粉末を堆積させる。ケンダク液の組成はホウケイ酸亜鉛系結晶化ガラス粉末30g、エタノール300mlでホモジナイザーで混合、分散させた後30分間静置して沈殿物を取り除いたものを使用した。堆積層の厚みは25ミクロンであり、銅の析出物上にも約10ミクロン堆積した。第8図はガラス粉末19を堆積させた

積層体を示す外観図である。第9図は同じく断面図である。図中番号19は銅の析出物15の上に堆積したガラス粉末を示す。次にアルミナ製のスクレーパーで析出物の上のガラス粉末を容易に削り落とす。600℃でガラスの脱泡を行なった後710℃で結晶化させ焼成固着させる。第10図はこれのようにして銅の帯状析出物15および絶縁膜を形成した積層体の断面図である。積層体の裏側の内部電極露出面の一層ずらした内部電極露出部に同様の方法で銅の帯状の析出物を形成する。それらの間に同じく沈降法で結晶化ガラス質の絶縁物被膜を形成する。積層体を切断すると両端の仮設外部電極の付いた小片を除く部分が電歪効果素子となる。銅の析出物および絶縁膜をほどきた二つの面に外部電極を形成すると素子内部の多数の内部電極は一層おきに互いに接続される。それらの間に直流電圧を印加することにより素子が駆動される。第6図は本発明の方法で作成された電歪効果素子の断面図を示す。図中番号14はプラス側外部電極、11はマイナス側外部電極を示す。図中番号13、12

特開昭60-196981(4)

はそれぞれプラス側およびマイナス側の外部接続端子を示す。矢印は電気力線の方向を示しており、セラミック全体に内部電極に垂直の均一な電界が発生するのがわかる。その結果、本構造の素子にセラミックの耐電圧に近い高電圧を印加しても素子内部にはほとんど応力集中が発生せず、素子が機械的に破壊しない。

(発明の効果)

本発明の方法の採用により素子側面において電気的接続のためのわずかな巾を除く他の部分全てに容易に絶縁物を形成することができ、この上から外部電極を形成し駆動電圧を印加することにより、圧電セラミック全体に均一な電界が発生する。これは素子の高電界駆動化を可能にする。また絶縁されるべき内部電極上を従来より巾広くガラス膜が被っているため、ガラス本来の高い絶縁耐圧がいかにされ、素子の絶縁耐圧が従来にくらべ大きく向上する。

本実施例では積層体上に析出した帯状金属材料として銅を用いたが、電気メッキ可能な金属であ

れば銅以外のものも可能であり、ニッケル、銀、クロム、鉄、スズなどを用いた場合でも同様の効果を得た。

図面の簡単な説明

第1図は電気泳動法を用いた絶縁膜を利用して電気的接続を行なった電歪効果素子の外観図である。図中番号1は保護膜部の電歪材料、2は歪が発生する部分の電歪材料、3、4は内部電極、7、8は電気泳動法により形成した絶縁膜、11は外部電極、12、13はマイナス側およびプラス側の外部接続端子をそれぞれ示す。

第2図は電気泳動法を適用するための仮設外部電極付電歪材料積層体の表側の内部電極露出面を示す外観図である。図中番号5、6は仮設外部電極を示す。

第3図は内部電極露出部とその周辺のセラミック上に一層おきにガラス粉末を付着させた電歪材料積層体の外観図。図中番号7は絶縁膜を示す。

第4図は両面に帯状のガラス被膜を形成した積

層体の切断位置を示す外観図である。図中番号9は素子として使用できない両端の小片を示す。

第5図は電気泳動法を用いた絶縁膜を利用して電気的接続を行なった電歪効果素子の概略図を示す。図中番号3、4は内部電極、7、8は絶縁膜、11、14はそれぞれマイナス側およびプラス側の外部電極を示す。

第6図は接続すべき内部電極露出部の上に導電物質を帯状に形成した後、絶縁されるべき内部電極露出部およびセラミック上を全て絶縁物で被い、最後に外部電極を形成した電歪効果素子の概略図である。図中番号15、16は導電物質を示す。17、18は絶縁膜、11、14は外部電極を示す。矢印は電気力線を示す。

第7図は内部電極露出部の上に一層おきに銅メッキをほどこした電歪材料積層体を示す外観図である。図中番号15は銅の帯状析出物を示す。

第8図は銅を帯状に析出させた面にさらにガラス粉末を堆積させた積層体を示す外観図である。図中番号19は銅の帯状析出物の上に堆積したガラ

ス粉末を示す。第9図は同じく積層体の構造図。

第10図は銅の帯状析出物を形成した後、その上を除く全ての部分に絶縁膜を形成した積層体の構造図。図中番号15は銅の帯状析出物、17は絶縁膜を示す。

代理人 弁士 内原 晋



図1

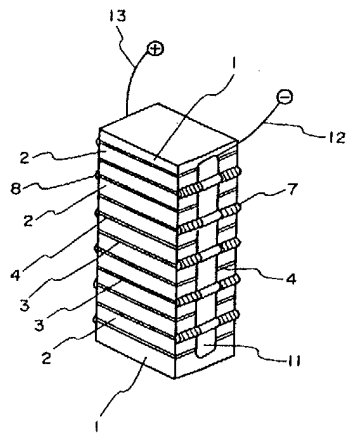


図2

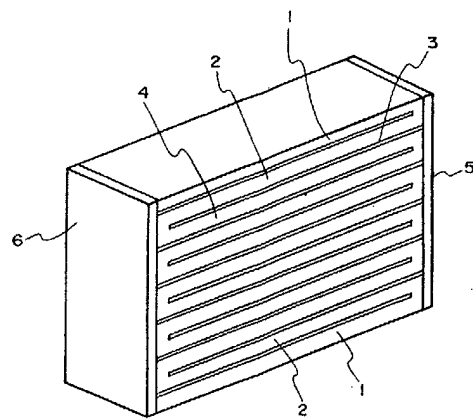


図3

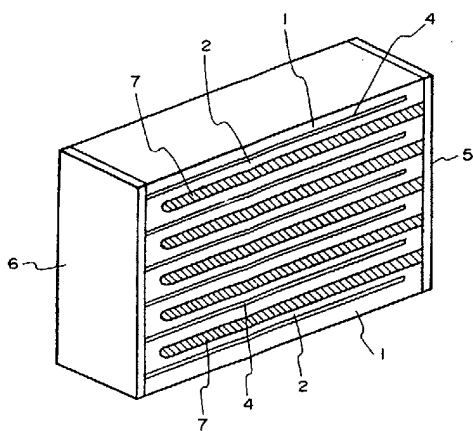


図4

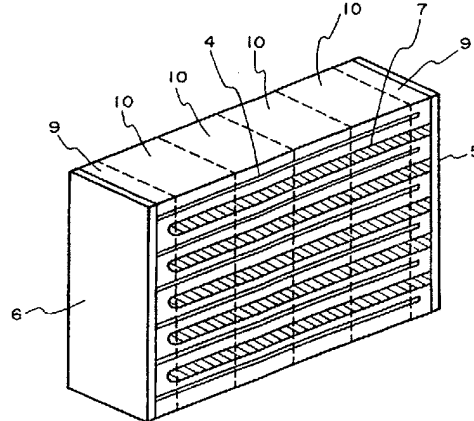


図5

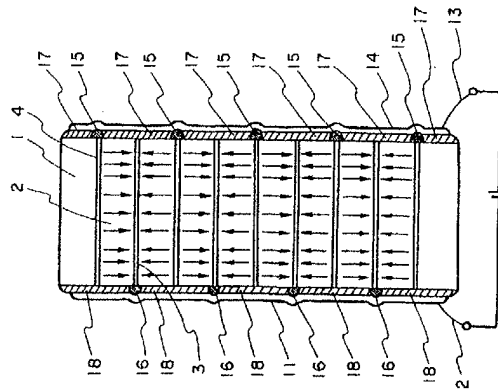
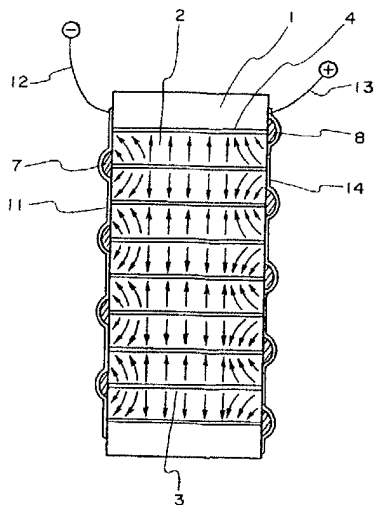


図6

図7

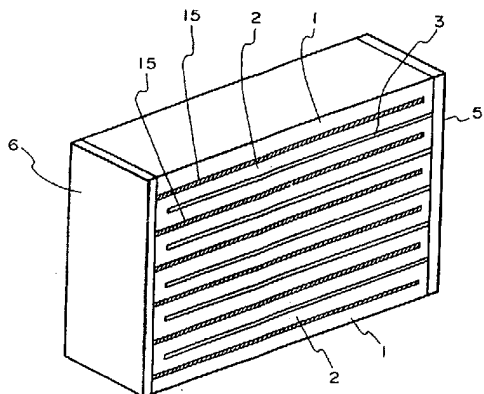


図8

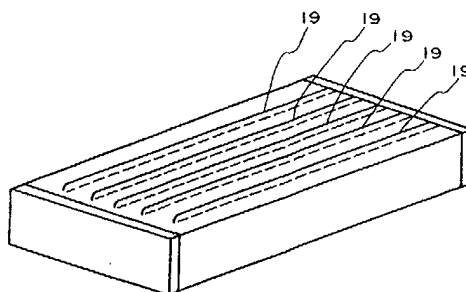


図 9

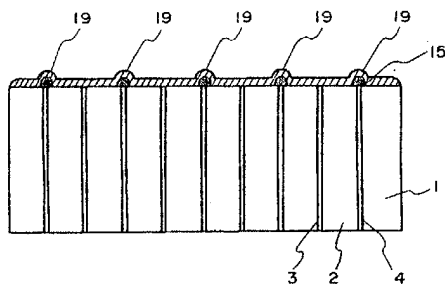


図 10

